

# Bina tasarım ve kullanım süreçlerinin işletme odaklı birleştirilmesi: Endüstri temel sınıflamaları tabanlı bir model

Kerem ERCOŞKUN\*, Attila DİKBAŞ

İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Bilimleri Programı, 34469, Ayazağa, İstanbul

## Özet

Bilişim teknolojilerinin gelişimi ile artan iletişim ve işbirliği imkânları, iş süreçlerinin yeniden yapılanması gerekliliğini de beraberinde getirmektedir. Bilişim çözümlerinin bir parçasını oluşturan yazılımlar “birlikte çalışabilirlik” anlamında günümüzde oldukça gelişmiş yeteneklere sahip olmakla birlikte, enformasyon seviyesinde çok belirgin boşluklar mevcuttur. İnşaat sektöründe bilişim teknolojilerinin etkinliğinin artması endüstrileşme ile mümkün olabilir. Endüstrileşme, farklı bir boyutta irdelenebilecek olan inşaat sektöründe kalite problemlerinin giderilmesi için de bir araçtır. Kalitenin tasarımla başladığı gerçeğinden yola çıkıldığında, “tasarım”, “yapım (inşaat)”, “kullanım” süreçlerini bütünleştirecek bir bağlantı, enformasyon seviyesindeki birçok açığın kapanmasına yardımcı olacaktır. Enformasyon sistemleri açısından bakıldığında tasarım süreçleri bir “Bina Enformasyon Modeli”nin tanımlandığı süreç, “Yapım” bu “Bina Enformasyon Modeli”nin kullanıldığı ve karşılığında bir “Yapı Ürün Modeli”nin oluşturulduğu süreç, “Kullanım” ise bu “Yapı Ürün Modeli”nin test edildiği süreç olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada yapı ürün modelinin kullanım süreçlerinde test edilmesi sonucu ortaya çıkan bilgi ve verilerin, tasarım süreçlerine aktarılacak ilgili bina enformasyon modelinin bilimsel analizini kolaylaştırmak ve her seferinde daha kaliteli ve endüstrileşmiş sistemler tasarlanmasını mümkün kılacak bir bilişim bağlantısı oluşturmak hedeflenmektedir. Bu bağlantı, Bakım Onarım Servislerini bütünleştiren bir iş modeli ve bu iş modeli için seçilecek Müşteri İlişkileri Yönetimi çözümleri yardımı ile güncel birlikte çalışabilirlik standartları çerçevesinde kurgulanmaktadır. Bu çalışmada bahsi edilen enformasyon boşluğu analiz edilmekte ve bu boşluğu köprülemek için kalite odaklı bir bilişim modeli önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Ortak işletilebilirlik, yapım yönetimi, bina işletmesi, ilişki yönetimi, enformasyon modeli, ürün modelleme, süreç modelleme, CRM, FM, IFC.

\*Yazışmaların yapılacağı yazar: Kerem ERCOŞKUN. keremer@yeditepe.edu.tr; Tel: (216) 578 0477.

Bu makale, birinci yazar tarafından İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Bilimleri Programında tamamlanmış olan "Linking customer relationship management & architecture/engineering/construction processes through facility management integration" adlı doktora tezinden hazırlanmıştır. Makale metni 19.10.2006 tarihinde dergiye ulaşmış, 08.02.2007 tarihinde basım kararı alınmıştır. Makale ile ilgili tartışmalar 01.02.2009 tarihine kadar dergiye gönderilmelidir.

## **Integration of design–build–use processes focusing on Facility Management: A model based on Industry Foundation Classes (IFC)**

### **Extended abstract**

*Due to the standardization efforts and the advancement in syntactic and semantic technologies, the interoperability of Information and Communication Technology (ICT) solutions in the design phase is improving and information is being passed on to the construction phase with less and less friction. Particularly within domains we are seeing some good examples of smooth information flow throughout the process. A good example of this are the ICT solutions developed for design-build phase of Architecture, Engineering, Construction (AEC) and those for the Facility Management (FM) domain. For the AEC design-build phase, Computer Aided Design and Drafting (CADD) and Computer Aided Architectural Design (CAAD) software, project management software, spreadsheets, database applications, Enterprise Resource Planning (ERP) Systems in general all communicate with each other in a convenient manner and there is an increasing support of standards such as Industry Foundation Classes (IFC) and (on another level) Extensible Mark-up Language (XML). Many of the tools and ICT solutions used in FM phase are similar or the same. But on the information level there is a very significant gap between the two phases. This gap is preventing the processes during these two phases to benefit from each other. An opportunity exists to capture important knowledge, if this gap could be bridged. In this paper we analyze this gap and propose a technical solution to bridge it which benefits from Customer Relationship Management tools and solutions. In the AEC/FM industry, the knowledge acquisition is limited. A lot of the knowledge throughout product design-build phase remains tacit and is not explicated. A large proportion of this knowledge emerges from the relationships between a customer (client) and a performer (designer, engineer, and builder). It has been proven in other industries that elaborating on the relationship with the client and focusing on the client satisfaction while establishing an organization alignment such that this becomes a proper focus of the processes dramatically increases the acquisition of knowledge and facilitates converting of implicit knowledge to explicit knowledge. We assume that the IFC will continue to gain the sup-*

*port of software developers and integrators in the design-build phase and provide the core structure of the Building Information Model (BIM). They are very convenient in terms of interoperability and provide a reliable and extensible view for every domain in AEC/FM industry. Setting up ICT solutions over an IFC foundation is believed to ease interoperability. New ideas and concepts can be integrated to extend the current IFC Specification. Customer Relationship Management (CRM) is a business strategy to select and manage the most valuable customer relationships. CRM is about creating systems that allow for a more intelligent and specific relationship between a company and any individual customer. Two cornerstones of CRM are the knowledge or customer information platform and the customer interaction platform. CRM is a knowledge management activity. CRM is intended to be a repeatable process to ensure ongoing, continually improving, and consistent results. Knowledge capture from CRM addresses three major information domains as Functionality, Build Quality, and Impact. CRM comprises the acquisition and deployment of knowledge about customers to enable a company has the right leadership, strategy, and culture in terms of higher total quality. As a basis for improved knowledge capture in AEC industry we propose a gateway between the issue management in CRM systems (collected during FM processes) and the BIM. The second major part of the paper elaborates on the conceptual and technical structure of this gateway. Its prototype implementation (under development) will use the IFC grounded interoperability between those two domains to establish a virtual collaboration platform between designers and customers to provide knowledge acquisition and sharing in order to establish continuous quality improvement for the construction sector within a Total Project System (TOPS). By providing such design solutions which would eliminate the possible change requests during the project, which are cost-effective, and which requiring less time for manufacturing, it may be possible to better match the “as designed” and “as built” solutions. Reduction of cost and time spent for the manufacturing of any product is an essential requirement for a business but, when these become only criteria regarding the success of a business, many risks arise in long term. In that sense the proposed FM Integration model is Quality oriented.*

**Keywords:** Interoperability, CRM, FM, IFC, information model, product model, process model.

## Giriş

Bilişim sektörüne yönelik standart geliştirme çabaları ve modelleme teknolojileri ile semantik bilimi alanındaki gelişmeler sonucu bilişim teknolojisi ürünleri arasındaki “birlikte çalışabilirlik” olanakları gelişmektedir. Bunun bir sonucu olarak inşaat sektörüne yönelik bilişim teknolojisi çözümlerinin yetenekleri de artmakta ve tasarım süreçlerinden üretim süreçlerine bilgi akışı her geçen gün kolaylaşmaktadır (Ercoşkun vd., 2006). Özellikle, bazı öbekler arasında çok kolaylıkla bilgi alışverişi gerçekleştirilebilmektedir. “Tasarım ve Yapım” aşamasına yönelik Mimari/Mühendislik/İnşaat bilişim çözümleri (Bilgisayar Destekli Tasarım, Proje Yönetimi, Mühendislik Hesapları, vb.) kendi aralarında rahatlıkla iletişim kurabilmekte ve bilgi paylaşımı sağlanabilmektedir. Bakım Onarım ve İşletme Servisleri - *Facility Management (FM)* için de benzer uygulamalar kullanılmaktadır. Tüm bu uygulamalar inşaat sektörüne yönelik bir bilişim standardı olarak geliştirilmekte olan “Endüstri Temel Sınıflamaları - *Industry Foundation Classes (IFC)*” ve (farklı bir seviyede) “Genişletilebilir İşaretleme Dili (*Extensible Mark-up Language – XML*) gibi iletişim standartlarına giderek daha da fazla destek vermektedirler. Ancak enformasyon seviyesinde (örn: bakım onarım servisleri ile tasarım süreçleri arasında) çok ciddi bir boşluk söz konusudur (Ercoşkun ve Kanoğlu 2003a). Bu iletişim sağlanabilirse çok kıymetli bilgilerin elde edilebilmesi mümkün olabilir (Ercoşkun ve Dikbaş 2005). Bu çalışmada bu boşluk analiz edilmekte ve kopuk süreçler arasında bilgi paylaşımı ve işbirliği sağlanabilmesi için teknik bir çözüm önerilmektedir.

## Yöntem

Bu çalışmada Mimarlık/Mühendislik/İnşaat öbeği ile Bakım Onarım Servisleri öbeği arasındaki bilgi alışverişinin sağlanması için daha önce bu süreçlerde kullanılmayan ya da etkin olarak kullanılmayan Müşteri İlişkileri Yönetimi (*Customer Relationship Management–CRM*) araç, teknik ve çözümlerini kullanımını mümkün kılan bir “İlişki Yönetimi Modeli” tanımlanmaktadır. Bunun için CRM uygulamalarının, tasarım sürecinde oluşturulan “Bina enformasyon modeli” ile ilişkisini ku-

racak Endüstri Temel Sınıflamaları (IFC) standardını temel alan bir bağıntı tanımlanacaktır. Makalemizin ilk kısmında Müşteri İlişkileri Yönetimi (CRM) uygulamaları ile bu uygulamaların temel kullanıcıları olarak değerlendirdiğimiz Bakım ve Onarım Servisleri’nin (FM) analizi yapılacak ve kurulacak bağıntı için gereklilikler belirlenecektir. Makalemizin ikinci kısmı tanımlanan problemlerin belirlenen ihtiyaçlar doğrultusunda çözümleyen Genişletilebilir İşaretleme Dili (XML) tabanlı bir Enformasyon Modeli’ni, IFC uyumlu bir “Ürün Modeli” ve FM servislerini bütünleştiren bir “Süreç Modeli” kapsamında betimlemektedir.

## İnşaat sektörüne yönelik bilişim çözümlerinde “birlikte çalışabilirlik” sorunları

İnşaat sektörüne yönelik bilişim çözümlerinde birlikte çalışabilirlik problemleri değişik seviyelerde irdelenebilir. Bu çalışmada üzerinde durmak istediğimiz üç temel problem odağı şunlardır:

- Endüstri Temel Sınıflamaları (IFC)
- İlgili enformasyonun yazılı doküman halinde sunulduğu ürün modellerinin bütünleştirilmesi
- Veri modelleme standartları arasında dönüşüm amaçlı eşleştirme

Günümüzdeki Bilgisayar Destekli Mimari Tasarım-*Computer Aided Architectural Design (CAAD)* yazılımları, tasarımı “ürün verisi” olarak bir “Bina Enformasyon Modeli – *Building Information Model (BIM)*” içerisinde saklayabilmektedirler. Bu sayede mimar tasarımını geliştirirken çizgi, nokta, yay gibi geometrik öğelerle değil duvar, kolon, pencere gibi “yapı elemanları” nı kullanarak geliştirebilmektedir. Yapı elemanları ile ilgili verilerin saklandığı veritabanı da bir enformasyon modeli ortaya koymaktadır. Tasarım verilerinin böylesi bir BIM içerisinde saklandığı ilk çalışmalardan biri Bjyl’in 1979 yılında ortaya koyduğu modeldir. Yaski, entegre bir CAAD sistemi için tutarlı ve güvenilir bir veritabanı sisteminin gerekliliğini ortaya koymakta ve bunun mimarların tasarım etkinliğini arttıracağını ve tasarım yönetiminin kolaylaştıracağını vurgulamaktadır (Yaski

1981). Bu alanda yankı uyandıran en önemli gelişme ise Gielingh'in 1988 yılında önerdiği "Genel Mimarlık/Mühendislik/İnşaat Referans modeli - *General A/E/C Reference Model (GARM)*"dır (Gielingh, 1988). Daha sonra ise Wix bu modeli geliştirerek "Bina İnşaatı Çekirdek Modeli - *Building Construction Core Model (BCCM)*"ni önermiş ve bu model günümüzde kullanılmakta olan IFC standardının temelini oluşturmuştur. IFC Standardı ile birlikte sadece "çizgisel veri"lerin değil "yapı elemanları ile ilgili daha detaylı bilgi"nin iletişiminin sağlanması mümkün hale gelmiştir. Ayrıca bu sayede, sadece CAAD yazılımları arasında değil, diğer birçok programla bilgi alışverişi mümkündür. Bu nedenle henüz on yıllık bir geçmişi olan IFC standardının öneminin giderek artacağına inanıyoruz.

Avrupa Birliği ESPRIT programı kapsamındaki ATLAS, COMBI ve VEGA projeleri, çeşitli örneklem senaryoları çerçevesinde "Ürün Modelleme" tekniklerinin inşaat sektörü için uygulanabilirliği araştırılmıştır (Liebich ve Wix, 2006). Her ne kadar bu alandaki araştırmalar eskiye dayansa da uygulamaların ilk örneklerinin görülmesi nesne tabanlı programlama ve modelleme tekniklerinin gelişimi ile paralellik göstermektedir. IFC standardı bu anlamdaki en belirgin örnektir.

Bina enformasyon modeli yaklaşımı, proje dokümantasyonunda etkin proje verileri yönetimi sağlanmasını ve dört boyutlu (4D) ve beş boyutlu (5D) modelleme kavramlarının doğmasını sağlamıştır. Yapı elemanlarına yönelik standart bir ontolojinin tanımlanması ile birlikte üç boyutlu tasarım bilgisine "Proje Planlama ve Programlama" verilerinin katılması ile 4D modelleme; "Maliyet" verilerinin katılması ile 5D modelleme mümkün olabilmektedir. Böylece BIM, tüm proje verilerinin ve uygulama esnasındaki değişikliklerin saklandığı ve IFC yardımı ile her süreç ve uygulama altından erişilebilir olan bir "proje veri deposu/bankası" haline gelmektedir. Ancak halen bazı verilerin başka programlar altında ve/veya basılı dokümanlar olarak saklanması zorunluluğu vardır. Bu ihtiyaç her zaman söz konusudur çünkü tüm proje katılımcıla-

rının ve aktörlerin aynı bilişim altyapısına sahip olmaları söz konusu değildir. Froese, konuyu irdilemekte ve "Model Tabanlı" ve "Doküman Tabanlı" teknolojilerin bütünleştirilmesi için iki bilgi öbeğinden birbirine çapraz referansların kurulması gerekliliğini vurgulamaktadır (Froese 2004). Bu çapraz referansların uygun bir sınıflandırmaya tabi tutulması bağlantıların takip edilebilmesi açısından önemlidir.

Diğer bir önemli ihtiyaç ise iki farklı veri modelleme standardı arasında dönüşüm yapılması söz konusu olduğunda bir modelden diğerine ilgili eşleşmeyi sağlamakla ilgilidir. Özellikle BIM yapıları son derece karmaşık oldukları için bu işlem konuda uzman profesyonellerin bu işi gerçekleştirmesini ve bu işlemin otomatik olarak sağlanması için gelişmiş ve güvenilir araçların kullanılmasını zorunlu kılmaktadır (Amor, 2004). Uluslararası Birlikte Çalışabilirlik Kurumu -*International Alliance for Interoperability (IAI)*, IFC standardından ISO-STEP standardına dönüşüm yapılırken bu çeşit araçlara ihtiyaç duyulacağını altını çizmekte ve farklı uygulamaların kendilerine özgü BIM veritabanlarını eşleştirirken de bu araçlardan faydalanılabileceğini belirtmektedir.

Kiviniemi, değişik BIM'ler arasında IFC tabanlı bilgi alışverişi sağlanırken bir "Model Sunucusu" kullanmanın gerekliliğini vurgulamaktadır (Kiviniemi 2005). Çünkü her BIM uyumlu yazılım bina enformasyonu ile ilgili bilgiyi farklı bir enformasyon modeli içerisinde saklamakta ve IFC standardı "uygulamaya özel" girdileri adreslemekte yetersiz kalabilmektedir. Bir model sunucusu bu "adreslenemeyen" bilginin izini sürerek farklı uygulamalar arasındaki veri alışverişi sırasında BIM yapısının bozulmasını engellemekte ve "birlikte çalışma" sürecini yönetebilmektedir.

Buradaki yaklaşım, bu bilgi alışverişi için bilgiyle birlikte bilginin semantiğini de içerecek bir sınıflandırma şeması kullanmaktır. Önerilen model, Standard bir fasetalı sınıflandırma sistemine dayanan ve bu sınıflandırmaya veri eklenerek "nesne"lerin tanımlandığı "Sanal" bir "Bina Enformasyon Modeli (SBEM)"dir.

SBEM ile İletişim Modelinin genel mimarisi Şekil 1’de gösterilmektedir. Bu yaklaşımın bu noktaya kadar incelediğimiz “ortak işletilebilirlik” veya “birlikte çalışabilirlik” sorunlarına bir çözüm olabileceğini ve aynı zamanda “öbekler arası”, yani sadece Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat öbeği için değil, aynı zamanda Bakım Onarım ve İşletme Servisleri öbeği ile Tasarım ve Üretim süreçleri arasındaki köprüyü kurabileceğini düşünüyoruz. Çalışmamızın ikinci kısmı bu “birlikte çalışabilirlik” modelinin katkıısını ortaya koymaktadır.

**Mimarlık, mühendislik ve inşaat süreçleri ile bakım onarım ve işletme servisleri (FM) arasındaki “birlikte çalışabilirlik”**

Birlikte Çalışabilirlik “Bilgi Yönetimi” için bir ön şarttır. Birlikte çalışabilirlik, çoğunlukla bütünleşme sağlanması için çözümlenmesi gereken bir Bilişim Teknolojisi problemi olarak ele alınmaktadır. Bütünleşme, inşaat sektörüne yönelik Bilişim Teknolojisi için en önemli başlıklardan biridir ve temelde üç seviyede sağlanabilir (Cerovsek vd., 2002):

- Kişisel seviyede (Sistemi kullanan aktörler arasında)
- Veri seviyesinde (Bir uygulamanın çıktıları diğer bir program tarafından kullanılabilir)
- Servis ve araçlar seviyesinde (Yazılım süreçleri arsında senkronize veya asenkron veri alışverişi şeklinde)

İnşaat süreci, tasarımdan kullanıma bir bütün olarak ele alındığında, bir aşamadan sonraki aşamaya bilgi geçişi günümüz koşullarında sınırlıdır (Ercoskun ve Kanoğlu, 2003b). Çok önemli bilgi birikimi “Tasarım – Yapım” aşamasında gizli kalmakta ve kullanım aşamasına aktarılamamaktadır.

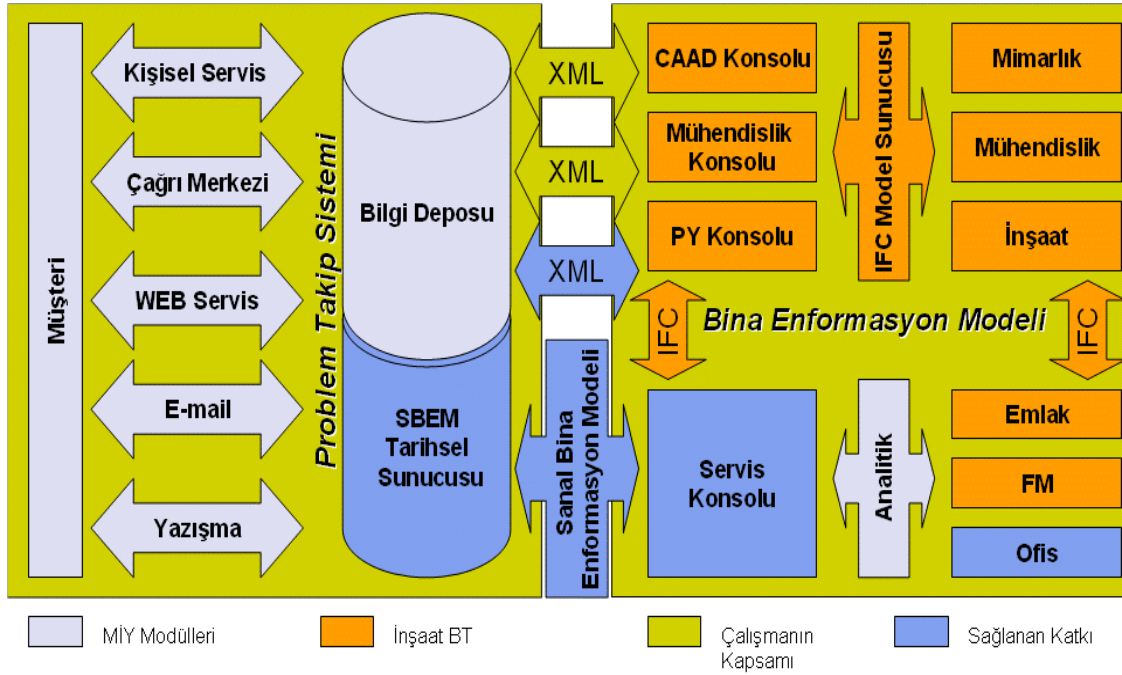
Bu gizli kalan bilginin önemli bir kısmı bir müşteri (kullanıcı ya da işveren) ile işi yapan (tasarımcı, mühendis, ya da üreten) arasındaki ilişkiler takip edilebildiğinde açığa çıkartılabilir. Diğer endüstrilerdeki uygulamaları incelediğimizde, müşteri ile olan ilişkilere yoğunlaşarak, müşteri memnuniyeti oluşturmak hedefi ile organizas-

yonların iş yapma usullerini ve iç süreçlerini yeniden yapılandırmak ve bu yaklaşımı genel sürecin odağı haline getirmek, bilginin yayılımını arttırmakta ve gizli bilginin açık ve kullanılabilir bilgi haline gelmesine yardımcı olmaktadır.

Tasarımdan kullanıma proje süreçlerinin tipik yapısı, kullanım ile tasarım-yapım arasında kopukluk oluşturmaktadır. Diğer anlamda tasarlayan ve üretenler, aslında ne derece doğru bir çözüme ulaştıklarını asla test edememektedirler. Oysa kullanım süreçleri ile tasarım-yapım süreçleri arasında etkin bilgi akışının kurulması gelecekteki inşaat projelerinin “mükemmeliyeti” için hayati önem taşımaktadır ve bu ihtiyaç pek çok çalışmada dile getirilmiştir (Ficher ve Kam, 2002). BT kapsamında her iki sürece hizmet eden aktörler benzer araçları kullanmalarına ve bilgi paylaşımına bilişim teknolojisi kapsamında bir engel olmamasına rağmen, sürecin doğası bu kopukluğu getirmektedir.

Oysa inşaat endüstrisinde her proje kendine özgü olmakla birlikte bu projelere konu yapıları oluşturan yapı bileşenleri tipik özellikler göstermektedir. Bu durum inşaat sektöründe endüstrileşme için çeşitli fırsatları beraberinde getirmektedir. Enformasyon seviyesinde incelediğimizde de aynı durumla karşılaşmaktayız. Binalar birbirlerinden farklı olmakla birlikte bunu dijital olarak tanımlamak için kullanılacak dil ve veri yapıları tutarlılık arz etmektedir (Turk vd., 2004). Dolayısı ile BIM teknolojilerinin gelişmesi ile endüstrileşme arasında bir bağıntı oluşturma mümkün olduğuna inanıyoruz.

Bu tespitlerden yola çıkarak Tasarım-Yapım-Kullanım süreçlerini bütünleştirebilmek için öncelikle bina kullanıcıları ile iletişim yollarının tanımlanarak kullanım süreçlerinden gelecek bilginin yakalanması gerekliliği ortaya konmaktadır. Bunu bir süreç modeli çerçevesinde bakım ve onarım servisleri aktörleri arasında bir bütünleşme platformu sağlayarak çözümleyebileceğimizi öngörüyoruz. Böylece özellikle kullanıcılardan gelecek “Bakım/onarım” isteklerini takip ederek yapı elemanları ile ilgili süreç bilgilerini kayıt altına alacak bir araç gereklidir (Cotts ve



Şekil 1 Genel sistem mimarisi ve sanal bina enformasyon modeli-SBEM

David 1992). Bu sürecin takibi için “Müşteri İlişkileri Yönetimi” uygulamalarından faydalanılması öngörülmüştür.

### Bina Enformasyon Modelleri ve Müşteri İlişkileri Yönetimi Sistemleri arasındaki bağlantının kurulması

Bu bölümde Müşteri İlişkileri Yönetimi (CRM) modülleri ile arka plandaki Bina Enformasyon Modeli (BIM) arasında nasıl bir bağlantı kurulduğu betimlenecektir.

Önerilen model, yapı bileşenleri ile ilgili tasarım-yapım verilerine ulaşmak için bir indeks oluşturmakta ve bu yapı bileşenlerinde kullanım sürecinde meydana gelen sorunları kronolojik olarak kayıt altına alarak, “Hangi problemler, ne sıklıkta oluşuyor?” Sorusuna cevap aramayı hedeflemektedir. Eldeki istatistikî veriyi problem ile ilgili her türlü detayı kayıt altına alabileceğimiz bir çerçeve içerisinde değerlendirerek, ileriye dönük, daha endüstrileşmiş, daha kaliteli ürünlerin tasarlanması için bir “öncelik listesi” oluşturmayı sağlamaktadır. Bu amaca ulaşmak için Tasarım-Yapım ve Bakım Onarım ve İşletme Servisleri (FM) süreçleri arasındaki “birlikte

çalışabilirlik” çözümünün oluşturulması, çözümlenmesi gereken ilk problem olarak ortaya çıkmaktadır (Dikbaş ve Ercoşkun, 2006a). Makalede bu çözüm IFC (BIM) - CRM kavısı olarak adlandırılmaktadır. Makalenin takip eden kısmında bu kavıyı oluşturan unsurlar sentezlenecektir.

### Müşteri İlişkileri Yönetimi (CRM)

Müşteri İlişkileri Yönetimi, bir kurum ile bu kurumun hizmet verdiği kullanıcılar (müşteri) arasında daha özelleşmiş ve zengin bir ilişki kurmak için oluşturulan sistemlere verilen genel addır. CRM’nin iki önemli bileşeni vardır: Bilgi ve müşteri enformasyonu platformu ve iletişim platformu. Bu noktada CRM uygulamalarının Toplam Kalite Yönetimi için çok önemli olduğunun da vurgulanması yerinde olacaktır.

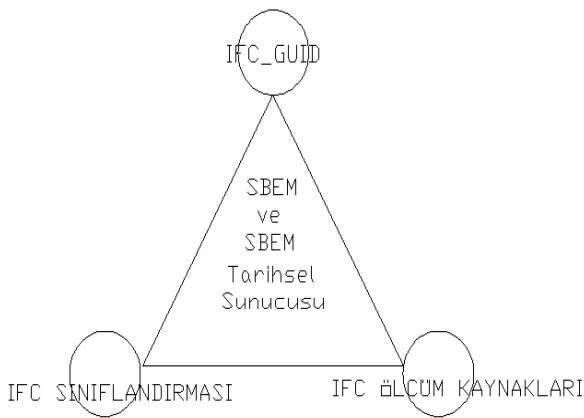
CRM bir bilgi yönetimi sürecidir. Tekrar eden süreçler halinde gelişir ve sürekli gelişmeyi, eldeki verilerin tutarlılığını arttırmayı hedefler. Bir kurumun müşteri beklenti ve ihtiyaçlarına yönelik en doğru ve uygun çözümleri üretmek stratejik açıdan doğru bir kurumsal kültür, pazarda liderlik, gibi toplam kalite unsurlarının

kurum yapısına bütünleştirilmesine yardımcı olur (Ercoşkun vd., 2006).

### SBEM-IFC kapısı

Bu çalışmada, inşaat sektöründe daha etkin bir bilgi yönetimi için, Müşteri İlişkileri Yönetimi (CRM) Bilişim Teknolojisi gamı içerisinde yer alan ve ilgili verilerin Bakım Onarım ve İşletme Servisleri (FM) süreçleri yardımı ile ayıklanacağı “Problem Takip” modülü ile tasarım sırasında tanımlanan Bina Enformasyon Modeli (BIM) arasında bir köprü oluşturmayı hedefliyoruz. Bu modelin geliştirilmekte olan örnekleme IFC tabanlı “Birlikte Çalışabilirlik” mekanizmalarını kullanmaktadır. Bu örneklem İstanbul Teknik Üniversite’nin de ortak olduğu I3CON (*Integrated, Industrialized, Intelligent Construction*) isimli 6. Çerçeve Programı kapsamındaki bir Avrupa Birliği projesi çerçevesinde geliştirilmektedir. BIM ile CRM arasındaki bağlantıyı kuracak olan bu köprü SBEM-IFC kapısı içerisinden kurulmakta ve dört temel unsurdan oluşmaktadır (Şekil 2):

- BIM bağlantıyı sağlayan bir kayıt kodu (IFC-GUID- *Globally Unique Identifier*)
- Mevcut IFC şartnamesine CRM ölçümlerini de kapsayacak bir ek önerisi (*IFCMeasureResource*)
- SBEM ile CRM sistemleri arasındaki bağlantıyı pekiştirecek sınıflandırma (*IFCClassification*)
- Sistemdeki verilerin tutulacağı veri modeli (*SBEM ve SBEM Tarihsel Sunucusu*)



Şekil 2. SBEM-IFC Kapısı

Buradaki IFC-GUID, herhangi bir yapı elemanının BIM içerisindeki kayıt kodudur ve özel bir algoritmayla üretilmektedir. Bu kodun bir benzeri olamaz. Yalnız bazı programlar belli bir BIM yapısını işlenmek üzere kendi bünyelerine dâhil ederken tüm bu GUID kodlarını yenileri ile değiştirebilmektedirler. İşte bu nedenle bizim modelimizde bu GUID bilgisinin bir IFC-Model Sunucusu üzerinden alındığı varsayılmaktadır. Bu şekilde değişen GUID’lerin takibi mümkün olabilmektedir.

İkinci bağlantı olarak SBEM içerisindeki sınıflandırma, ilgili BIM içerisinde IfcClassification bileşeni içerisine işlenmektedir (Dikbaş ve Ercoşkun 2006b) .

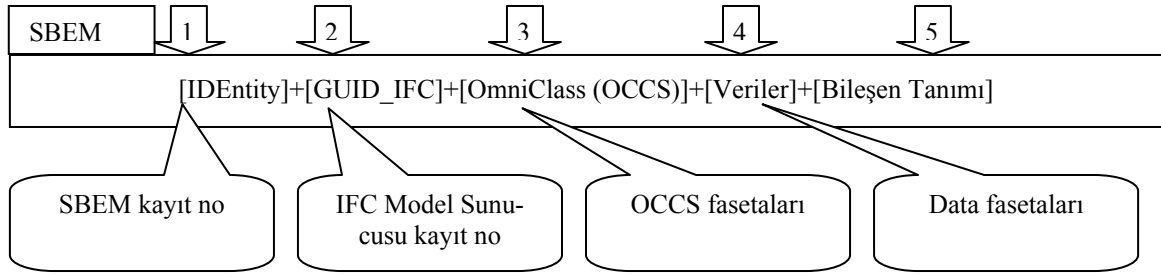
Üçüncü bağlantı ise IFCMeasureResource bileşenine yapılan ve dört elemanı kapsayan bir eklentidir. IFC şartnamesine yapılan eklenti şu ölçütleri içermektedir:

- IfcCRMRankMeasure: Hizmeti alan kullanıcıların yapım hizmeti değerlendirmeleri için önerilmektedir.
- IfcCRMDeviationMeasure: Performans sapmalarını kalite parametrelerine bağlı olarak kayıt altına almak için önerilmektedir.
- IfcCRMConsistencyMeasure: Sistemden alınan bilginin ve rapor sonuçlarının güvenilirlik, tutarlılıklarının ölçülmesi için önerilmektedir.
- IfcCRMFrequencyMeasure: Tespit edilen sorunların sıklık derecelerine göre önceliklerinin tespit edilebilmesi için önerilmektedir.

Bu ölçüm kriterleri CRM metriği adı altında SBEM içerisinde saklanmaktadır. Bu şekilde SBEM üzerinden ilgili yapı bileşenlerinin kaliteleri ile ilgili analiz yapılması mümkün olabilmektedir. Kapının çatkısını oluşturan SBEM bir sonraki bölümde tanımlanmaktadır.

### Sanal Bina Enformasyon Modeli (SBEM)

SBEM temel olarak OmniClass (2006) sınıflandırma sistemine dayanan fasetli bir sınıflandırma sistemi ile yapı bileşenlerinin belli bir



Şekil 3.FM servislerini bütünleştirmek üzere önerilen süreç modeli

detayda tanımlanmasını sağlayacak veri fasetaıarından oluşan bir dizidir (Şekil 3). SBEM kullanımı aşağıdaki “Birlikte Çalışabilirlik” problemlerini adreslemektedir:

- Model tüm mevcut yapı stoku için kullanılabilir. Bu nedenle, dijital dokümanlar kadar, ozalit gibi kağıt bazlı dokümanlar da bu sistemde kayıt altına alınabilir. SBEM bu noktada devreye girmekte ve BIM bulunmadığında sorunun olduğu odakla ilgili bilginin kısmi ve özet bir BIM ile kayıt altına alınmasını sağlamaktadır.
- SBEM, bilgi alışverişi iki farklı projede çalışan aktörler arasında söz konusu olduğunda ve bu aktörlerden en az birinin ilgili BIM’i kullanamaması durumunda iletişimin sağlanmasını mümkün kılacaktır.
- İhtiyaç duyulan bilgi BIM’den faydalanmayı gerektirmeyecek kadar basit fakat üretkenlik ve kalite için çok önemli olduğunda SBEM kullanılabilir.
- Bilgi ihtiyacı senkronize olmadığında SBEM bu bilgiye ulaşmak için gerekli “sarı sayfalar” görevini üstlenecektir.

#### Problemler ve SBEM tarihsel veri sunucusu

Söz konusu “Birlikte Çalışabilirlik” çözümlemesi olduğunda, süreç içi çözümleri oluşturmak projeler arasında bunu sağlamaktan daha kolaydır.

Burada vurgulamak istediğimiz ilk gereklilik, farklı projelere erişimi olan ve FM servislerini koordine eden bir aktör tanımlanmasıdır. Sistemin sahibi ve yöneticisi bu aktör (ya da aktörler) olacaktır.

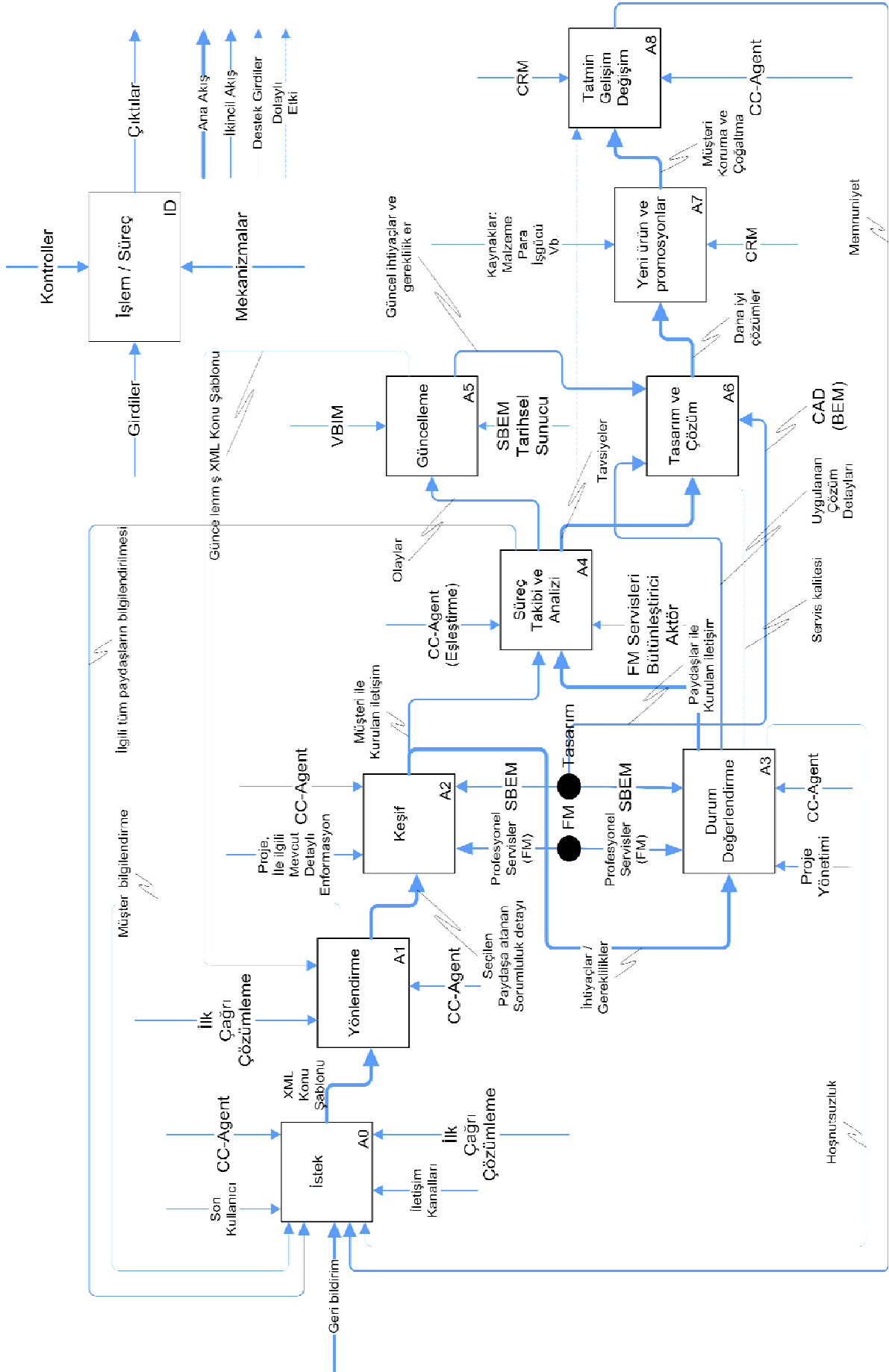
Bu aktör, kullanım süreçlerinde oluşan problemleri toplayacak ve bir sorumlu (paydaş FM firmalarından birini) atayarak problemin çözümünü sağlayacak ve tüm süreci takip etmekle yükümlü olacaktır. BT kapsamında bu süreçte CRM sistemleri ile (varsa) SBEM arasındaki bağlantıyı IFC standardında var olan ve yapı elemanlarının geçirdikleri süreci kronolojik olarak kayıt altına almayı sağlayan “olay kayıt-occurrence capturing” mekanizması kullanılacaktır. Sistemin organizasyon ve kontrolünden sorumlu olan aktör için sanal organizasyon yapısının (Virtual Organization-VO) bir iş modeli önerilmiştir. Bu iş modeli sürecin girdilerini, çıktılarını ve her bir aşamada girdilerin çıktı haline dönüştürülmesini sağlayan kısıtları ve mekanizmaları betimleyen bir IDEF0 süreç modeli olarak betimlenmiştir (Şekil 4). Tüm bu sistemin arkasında yer alan veri modeli Şekil 5’te; SBEM tarihsel sunucusunun akış şeması ise Şekil 6’da incelenebilmektedir.

Veri modeli sistem mimarisi ile örtüşecek şekilde hazırlanmıştır. Makalede tanımlanan ilişki modeli SBEM-IFC kapısı, Süreç Modeli ve bu veri modelinin tanımladığı ürün modeli ile betimlenmektedir.

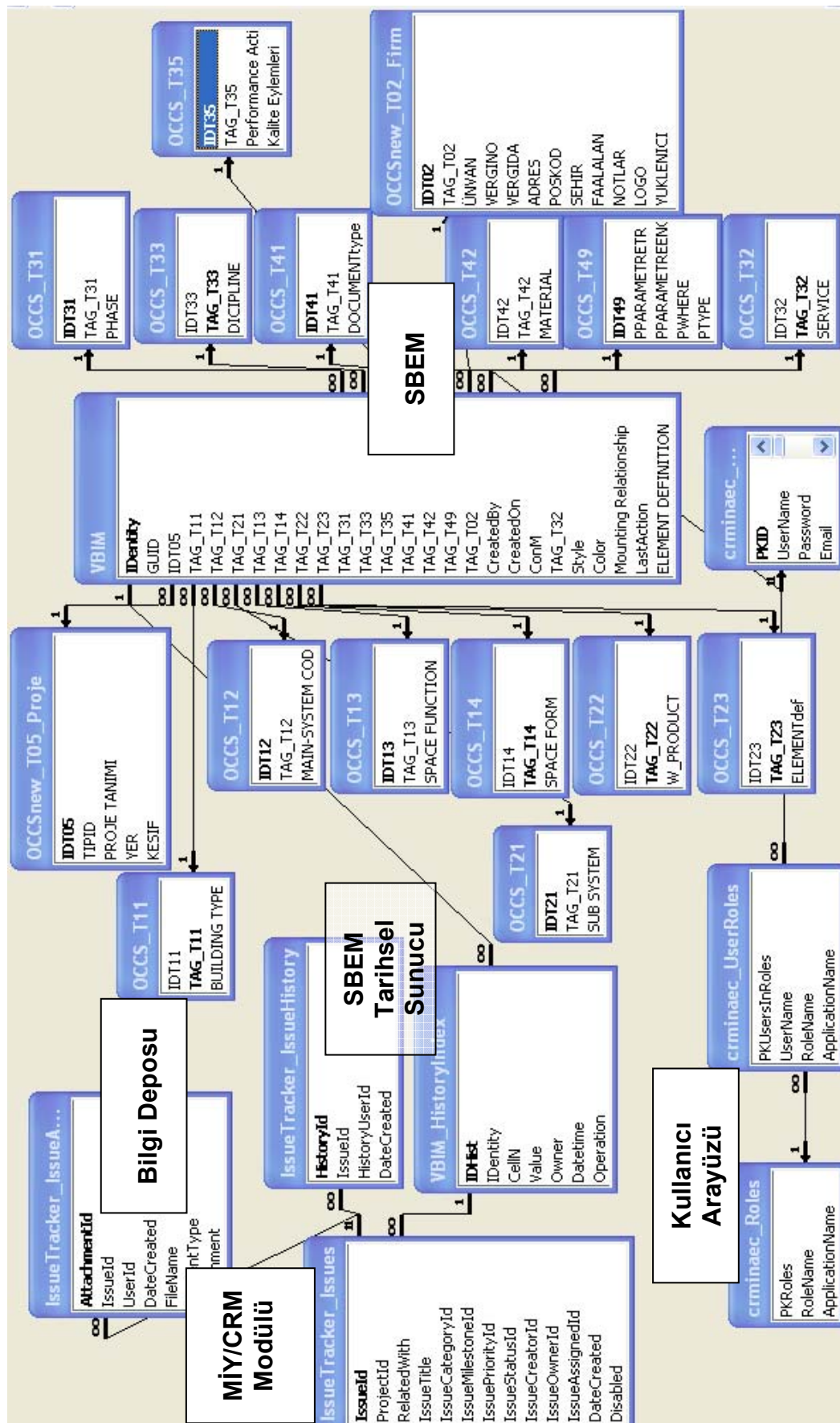
#### Sonuç

Bu makalede sunduğumuz teknik model, yapıları oluşturan bileşenlerin tasarımdan yıkıma yaşam dönemleri boyuca performanslarının hem teknik olarak hem de kullanıcı gözü ile takip edilerek kalitelerinin yükseltilmesi için yardımcı olması amacı ile geliştirilmiştir. Bu sayede bizi çevreleyen elemanların kalitesini yükseltmek yolu ile hayat kalitesinin yükseltilmesi amaçlanmaktadır.

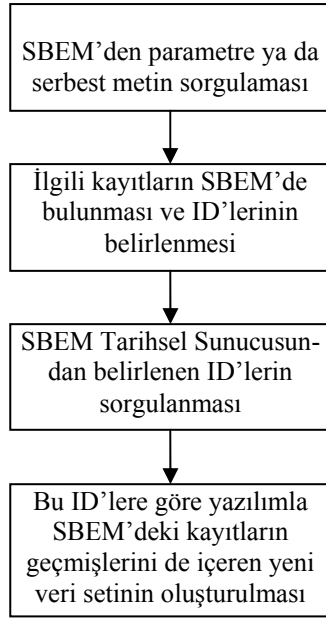




Şekil 4. Süreç Modeli



*Şekil. 5 Veri Modeli*



Şekil 6. SBEM tarihsel sunucusu akış şeması

Çalışmadan sağlanan faydalar şu şekilde özetlenebilir:

- Model tasarım yapım ve kullanım süreçleri bütünleştirmekte ve bu süreçlerde yer alan aktörler arasında sanal bir işbirliği platformu oluşturmaktadır.
- IFC standardına destek vermek sureti ile bu standardın bilinirliğinin artmasına katkıda bulunmakta ve MİY sistemleri ile bağıntısını kurarak kapsamını genişletmektedir.
- Projeler arasında bilgi akışının sağlanması için bir çeşit “sarı sayfalar” görevini üstlenmektedir.
- İnşaat sektörü için tasarım desteği ile endüstrileşmeyi kolaylaştırmaktadır.
- Yapı dediğimiz sitemin karmaşıklığı göz önüne alındığında, bu karmaşık sistem içerisinde öncelikli problemlerin tespit edilmesini kolaylaştırarak kaliteye ulaşmak için bir yol haritası tarif etmektedir.

İnşaat endüstrisi bünyesinde kalitenin artırılması, sürdürülebilirlik, enerjinin verimli kullanılması, sağlıklı çevrelerin tasarlanması gibi konulara yönelik gelişmeler açısından pek çok fırsat bulunmaktadır. İnşaat sürecinin çıktısı konu-

munda olan bina, yatırımcısı için geliştirilmekte ve son kullanıcıların ihtiyaçları ve beklentileri bu süreçte göz ardı edilebilmektedir.

Yakın geçmişte diğer endüstrileşmiş sektörlerdeki uygulamalarını inceleme imkânı bulduğumuz ve son kullanıcının memnuniyetini ön plana çıkaran Müşteri İlişkileri Yönetimi uygulamalarının inşaat sektörüne uyarlanmasına yönelik olan bu çalışma, MİY sistemleri ile CAAD sistemleri arasında bilgi akışı sağlamayı ve bu bağıntıyı FM servislerini bütünleştiren bir iş modeli çerçevesinde kurmayı önermektedir. Bu bağıntıyı kurarken ürün ve süreç modelleme yöntemlerinden faydalanılmış ve bu modelleri destekleyecek bir enformasyon modeli mimarisi oluşturulmuştur. Genel sistemin çatkısı IFC standardı temel alınarak kurulmuştur. IFC standardını temel alan çalışmalar genel olarak tasarım ve yapım süreçlerine odaklanırken, bu çalışma kullanım süreçlerine odaklanmakta, ancak bunu tasarım-yapım sürecini de içine alan toplam bir yaklaşımla gerçekleştirmektedir. Geliştirilen model, CRM ve CAAD sistemleri arasında doğrudan bir bağlantı oluşturmayı hedeflemektedir. Modelin en özgün yanı son kullanıcı memnuniyetini tüm süreçlerin odağına taşımasıdır.

## Kaynaklar

- Amor, R. (2004). Supporting standard data model mappings, Proceedings, ECPPM 2004, Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey, 34-39.
- Bijl, A., Stone D. & Rosenthal D. S. H. (1979). Integrated CAAD Systems, Proceedings, edCAAD, Edinburgh.
- Cerovsek, T., Kovacic, I. ve Turk, Z. (2002). Computer integrated construction at the services level - first experiences, In Ziga Turk (ed.) Proceedings of The ECCPM 2002, Portoroz, Slovenia, 593-602.
- Dikbas A., Ercoskun K., (2006a). Implementability of CRM in AEC/FM domain: A case study, Proceedings of The ICCBE-XI: Joint International Conference on Computing and Decision Making in Civil and Building Engineering, June 14-16 Montreal, Canada, 19, Available on CD, ISBN: 2-921145-58-8.
- Dikbas A., Ercoskun K., (2006b). Construction information classification: an object oriented paradigm, The Proceedings of eWork and

- eBusiness in AEC European Conferences on Product and Process Modeling in The Building Industry (ECPPM) 2006, Sept. 13-15, Valencia, Spain, 317-326, ISBN: 0415416221.
- Ercoskun, K., Kanoglu A., (2003a). Customer Relationships Management in AEC Sector, Proceedings of The 20th CIB W78 Conference on Information Technology in Construction, April 22-25, Auckland, New Zealand, 129-136.
- Ercoskun, K., Kanoglu, A. 2003b. Bridging the Gap Between Design and Use Processes: Sector-Based Problems of a CRM Oriented Approach, EIA9: E-Activities and Intelligent Support in Design and the Built Environment, Oct. 8-10, Taşkışla, Türkiye, 25-30.
- Ercoskun K., Dikbas A., (2005). Enabling Relationship Management: Agent technology for Facility Management integration, The Proceedings of The CIB W78's 22nd International Conference on Information Technology in Construction, CIB Publication 304, ISBN 3-86005-478-3, The Westin Bellevue, Dresden, Germany, 19-21 June 2005.
- Ercoskun K., Dikbas A., Turk Z., (2006). Linking CRM and CAD with IFC-CRM gate, In Rivard H., Miresco E., Melhem H. (ed.) The Proceedings of The ICCCBE-XI: Joint International Conference on Computing and Decision Making in Civil and Building Engineering, June 14-16 Montreal, Canada, 19, Available on CD, ISBN: 2-921145-58-8.
- Ekholm, A. (2004). Harmonization of ISO 12006-2 and IFC - a necessary step towards interoperability, Proceedings, ECPPM 2004, Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey, 67-75.
- Fischer M., Kam, C. (2002). PM4D Final Report, CIFE Technical Report 143, Stanford University.
- Froese, T. (2004). Integration of Product Models with Product Libraries and Document-based Information, Proceedings, ECPPM 2004, Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey, 85-90.
- Gielingh W (1988). General AEC reference model (GARM) an aid for the integration of application specific product definition models, Christiansson P, Karlsson H (ed.); Conceptual modelling of buildings. CIB W74+W78 seminar, October, 1988. Lund university and the Swedish building centre. CIB proceedings 126.
- IAI (2004). Industrial Foundation Classes 2X Edition 2, Model Implementation Guide, Version 1.7.
- Kanoglu, A., Ercoskun, K., 2002. Unification as a standardization tool in the design of information systems and a unified project model: MITOS, European Conferences on Product and Process Modeling in The Building Industry (ECPPM) 2002, Conference Proceedings of eWork and eBusiness in AEC, Sept. 9-11, Portoroz, Slovenia.
- Kiviniemi, A. (2005). Requirements Management Interface to Building Product Models, CIFE Technical Report #161, Stanford University.
- Z. Turk, M. Dolenc, J. Nabrzyski, P. Katranuschkov, E. Balaton, R. Balder, M. Hannus (2004). Towards engineering on the grid, Proceedings, ECPPM 2004, Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey, 179-186.
- 
- Liebich, T., Wix, J. (2006). Highlights of the Development Process of Industry Foundation Classes, [http://www.iaina.org/technical/highlights\\_ifc.pdf](http://www.iaina.org/technical/highlights_ifc.pdf)
- OmniClass, (2006). A strategy for classifying the built environment, [www.omniclass.org](http://www.omniclass.org).
- Wix, J., (1995). Building Construction Core Model: Version STR100, located at [http://www.civil.ubc.ca/~tfroese/rsch/models/directory/step\\_bc\\_core/str200.html](http://www.civil.ubc.ca/~tfroese/rsch/models/directory/step_bc_core/str200.html).
- Yaski, Y., (1981). A Consistent Database for an Integrated CAAD System, Carnegie Mellon University, <http://cumincad.scix.net/cgi-bin/works/Show?74d1>.